

VEHICLE REAR VISIBILITY SUPPORTING SYSTEM

Patent Number: JP10211849
 Publication date: 1998-08-11
 Inventor(s): HORIGUCHI AKINORI
 Applicant(s): ISUZU MOTORS LTD
 Requested Patent: JP10211849
 Application Number: JP19970016356 19970130
 Priority Number(s):
 IPC Classification: B60R1/00
 EC Classification:
 Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To make one's own vehicle so as to be safely and easily retractable by having a birds-eye image converted into a ground-surface coordinate system projected with traffic lane data secured from a rear monitor camera with this rear monitor camera as a visual point and one's own vehicle, both compositely displayed on a monitor of an image display part, respectively.

SOLUTION: An image signal out of a camera 1 is preprocessed for smoothenizing processing or the like in a preprocessing part 3, and then it is processed for binary-coded processing in a binary-coded processing part 4. In a white line extracting part 5, a white line as a traffic lane is extracted from this processing result. In addition, a center line extracting part 6 extracts a center line in the extracted white line. Data of this center line is converted into the data of a ground-surface coordinate system projected with the camera 1 as a visual point, thereby forming a birds-eye image. This bird-eye image secured in a transparenttness conversion part 7 is coordinate-converted, generating line image data corresponding to a display image plane of a birds-eye view display part 2a of an image display part, and further an image displayed with one's own vehicle is composed at the specified position of a monitor image. This composition conduces when it retreats.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

*Does
image
change?*

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-211849

(43)公開日 平成10年(1998)8月11日

(51)Int.Cl.⁶
B 6 0 R 1/00

識別記号

F I
B 6 0 R 1/00

A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-16356

(22)出願日 平成9年(1997)1月30日

(71)出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(72)発明者 堀口 明伯

神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社い

すゞ中央研究所内

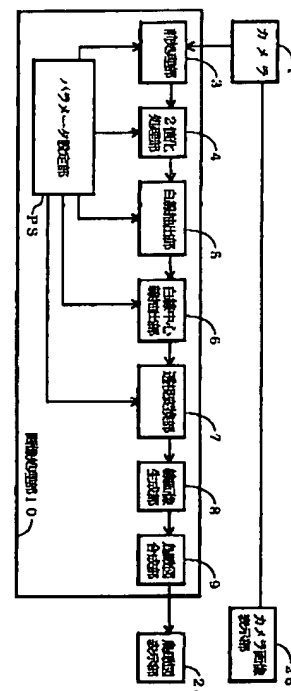
(74)代理人 弁理士 茂泉 修司

(54)【発明の名称】 車両後方視界支援装置

(57)【要約】

【課題】車両の後方監視画像を得る後方監視撮像部（カメラ）と該後方監視画像を表示する画像表示部（モニタ）とを備えた車両後方視界支援装置において、簡単な構成により車両の後退進路を示した後退画像をモニタに表示させる。

【解決手段】後方監視カメラ1から得られた後方監視画像内の車線データを、該カメラ1を視点として投影した地上面座標系のデータに変換して鳥瞰画像を生成し、該鳥瞰画像を座標変換して画像表示部2aの表示画面に対応する線画像データを生成し且つ該画像表示部2aの特定位置に自車両を表示した画像と合成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】車両の後方監視画像を得る後方監視撮像部と該後方監視画像を表示する画像表示部とを備えた車両後方視界支援装置において、

該後方監視撮像部から得られた該後方監視画像内の車線データを抽出する車線抽出部と、該後方監視撮像部を視点として投影した地上面を基準とした平面座標系のデータに該抽出した車線データを変換して鳥瞰画像を生成する透視変換部と、該透視変換部より得られた鳥瞰画像を座標変換して該画像表示部の表示画面に対応する線画像データを生成する線画像生成部と、該線画像データを該画像表示部の特定位置に自車両を表示した画像に合成する画像合成部と、を備えたことを特徴とする車両後方視界支援装置。

【請求項2】請求項1において、該車線抽出部が、該車線データとして細線化処理を行うことを特徴とした車両後方視界支援装置。

【請求項3】請求項1又は2において、該鳥瞰画像と自車両の合成画像とは別に該後方監視撮像部から得られた未処理の該後方監視画像を表示する別の画像表示部を設けたことを特徴とした車両後方視界支援装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は車両後方視界支援装置に関し、特に車両後方の視界を撮像装置を介して車室内の画像表示部に表示する車両後方視界支援装置に関するものである。

【0001】

【従来の技術】図11は従来より知られている車両後方視界支援装置の構成を概略的に示したもので、車両（トラック）後方上部には後方監視撮像部であるカメラ1が取り付けられており、画像表示部であるモニタ2が運転席11の前方に設けられている。

【0002】この車両後方視界支援装置ではモニタ2が車両後方視界を写し出し、ドライバが特に後を振り向かなくても後退運転が可能のように支援している。

【0003】これに関連した技術としては、例えば、特開平4-368241号公報において、商業車の後方及び側方などにおいて死角となる視界をカメラとモニタを用いて撮影し、ドライバに表示する装置が提案されている。

【0004】この装置では、前方を見ながら運転しているドライバが視線を移動させることなく後方画像を見ることが可能なようにモニタをコンソールボックス周辺に設置している。

【0005】さらにカメラとモニタを用いて、バックミラーを見ているようにドライバに表示するシステムもある。このシステムでは、バックミラーを見慣れているドライバにとっては、カメラの画像をそのまま表示すると、鏡のように見えず違和感を感じさせるので、鏡で見

ているような左右反転画像（鏡像）が得られるように後方視界の画像をモニタに表示してドライバの違和感を低減している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような特開平4-368241号公報に示された装置は、単に後方を確認するための補助装置に過ぎず、例えば後方画像をモニタを見ながらハンドル操作してバックすることは非常に難しい。

【0007】すなわち、ドライバが車両を後退させるときのモニタ画像は、車両の後退方向と無関係であるため、モニタ画像だけに頼ると後方物と衝突するなどの事故が生じてしまう。

【0008】その第1の原因は、モニタ画像から後輪がどのような軌跡を取るかが把握し難いことに在る。すなわち、図11に示したような10t級の大型商用車（トラック）の場合は、図12にも示すように、後輪13（後輪13a, 13b）の軸14からカメラ1の位置までの距離M（オーバーハング）が大きくなるため、後輪13a, 13bが通る軌跡15a, 15bとカメラ1の視点位置の軌跡16が大きく異なってしまう。そのため、モニタ2の監視画像から車両の挙動を予想することが難しくなる。

【0009】第2の原因は、車両の姿勢がどちらを向いているのか把握し難いことである。すなわち、図11に示すような位置にカメラ1を設置した場合、自車両の車体がモニタ2上に表示されることはなく、駐車場などに引かれた白線などの車線に対して車両がどのような位置関係にあるのか把握し難く、運転が困難となる。

【0010】これに対して、特開平7-249196号公報においては、駐車場にカメラを設置し、車両の姿勢を監視してそれを車内から見られるような位置に情報を提供する技術が提案されているが、このようなシステムでは、特定の車庫に限定されてしまう。

【0011】第3の原因は、バックするとき、どの程度ハンドルを回せばよいか予測し難いということである。

【0012】一方、上記のように駐車場などでの車庫入りを補助するための装置が特開平7-17328号公報で提案されているが、この装置では、複数の広角CCDカメラを使用し、レーザレンジファインダによる距離画像を入力し、コンピュータグラフィックスにより斜め横から見た鳥瞰図（3次元画像）を生成するとともにディスプレイをヘッドアップディスプレイを使用しなければならず、装置構成が大掛かりになるという問題を含んでいる。

【0013】したがって本発明は、車両の後方監視画像を得る後方監視撮像部（カメラ）と該後方監視画像を表示する画像表示部（モニタ）とを備えた車両後方視界支援装置において、簡単な構成により車両の後退進路を示した後退画像をモニタに表示させることを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明に係る車両後方視界支援装置は、後方監視撮像部から得られた該後方監視画像内の車線データを抽出する車線抽出部と、該後方監視撮像部を視点として投影した地上面を基準とした平面座標系のデータに該抽出した車線データを変換して鳥瞰画像を生成する透視変換部と、該透視変換部より得られた鳥瞰画像を座標変換して該画像表示部の表示画面に対応する線画像データを生成する線画像生成部と、該線画像データを該画像表示部の特定位置に自車両を表示した画像に合成する画像合成部と、を備えたことを特徴としている。

【0015】すなわち本発明では、車線抽出部において後方監視撮像部から得られた後方監視画像中の車線データを抽出し、この抽出した車線データ（好ましくは、細線化処理を行った車線データ）を、透視変換部が、後方監視撮像部を視点として投影した地上面を基準とした平面座標系の投影画像データに変換（通常の透視変換を逆変換）する。

【0016】この投影画像データを線画像生成部が、画像表示部（モニタ）の表示画面に対応して表示できる線画像データに座標変換する。

【0017】さらに、この線画像データと画像表示部の特定位置に自車両を表示した画像とが画像合成部で画面合成されて画像表示部に表示される。

【0018】この結果、画像表示部の一つの画面内に後退時の自車両と駐車場等において引いてある車線の鳥瞰画像（真上から見た画像）が同時に表示されることとなるので、ドライバは白線等の車線と自車両との相関関係を鳥瞰図として把握することができ、商業車等を駐車場等において誘導することが容易となる。

【0019】上記の本発明において、該鳥瞰画像と自車両の合成画像とは別に該後方監視撮像部から得られた未処理の該後方監視画像を表示する別の画像表示部を設けてもよい。

【0020】これにより、鳥瞰図の表示画面と、障害物が在るか否かを判断するための未加工のモニタ画面を見ながら、安全に且つ容易に自車両を後退させることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例を示しており、この実施例では、後方監視撮像部であるカメラ1は画像処理部10に接続され、この画像処理部10の出力信号は、上記のモニタ2を構成する鳥瞰図表示部2aに与えられる。

【0022】画像処理部10は、カメラ1から出力される画像信号を前処理する前処理部3と、この前処理部3の出力信号に対して2値化処理を行う2値化処理部4と、この2値化処理部4の処理結果により車線としての白線を抽出する白線抽出部5と、この白線抽出部5で抽

出された白線における中心線を抽出する中心線抽出部6と、この中心線のデータをカメラ1を視点として投影した地上平面座標系のデータに変換して鳥瞰画像を生成する透視変換部7と、該透視変換部7から得られた鳥瞰画像を座標変換して画像表示部としての鳥瞰図表示部2aの表示画面に対応する線画像データを生成する線画像生成部8と、該線画像データを該表示部2aの特定位置に自車両を表示した画像に合成する画像合成部9と、上記各部3～9における所定パラメータを設定するパラメータ設定部PSとで構成されている。

【0023】なお、鳥瞰図表示部2aとは別にカメラ1の出力画像そのものを未処理のまま表示するカメラ画像表示部2bも付加的に設けられている。

【0024】図2は図1に示した本発明に係る車両後方支援装置の動作アルゴリズム例を示したフローチャートである。以下、このフローチャートを参照して図1に示した実施例の動作を説明する。

【0025】まず、このフローチャートではシフト位置がバック（後退位置）にあるか否かを判断し（ステップS1）、バック位置になっている場合のみ以下のステップを実行する。

【0026】なお、この場合には例えばシフトレバースイッチなどのシフト位置検出部（図示せず）によるシフト位置検出信号が必要であるが、このステップS1をスキップして絶えず以下の処理を行うようにしてもよい。

【0027】シフト位置がバックにある場合は（ステップS1のyes）、画像処理部10において白線の抽出を従来技術を駆使して行う（ステップS2）。

【0028】すなわち、カメラ1から出力された後方監視画像は、まず、前処理部3において平滑化処理（周囲の画素の値を平均化してその画素の値とする処理）等の適当な前処理を施した後、2値化処理部4において、或る閾値以上を“1”とし、それ以下を“0”とする2値化処理を行う。

【0029】さらに白線抽出部5において、該2値化処理で得られた画像を膨張させたり縮小させたりして細かい突起や穴、溝等によるノイズを除去することにより、図3に示すようなモニタ画面20において白線WLの抽出を行う（ステップS3）。

【0030】そして、このようにして抽出した白線の位置の代表値を座標データとして求めるため（ステップS4）、図4に示すように白線WLの中心線CLを白線中心線抽出部6で抽出する。これは、従来から良く知られている細線化処理を用いて行う。細線化処理とは端的に言えば、連結画像に対して連結性を失うことなく、線幅を線図形まで細める処理であり、その線の特徴を維持したまま細線化する処理である。

【0031】なお、このとき、陰や雨天の場合、白線を抽出できない場合もあり、適宜、2値化処理を行うときの閾値（設定パラメータ）をパラメータ設定部PSによ

り調整する必要がある。

【0032】このようにして求めた白線WLの中心線CLと表示部2aのスクリーン平面Tとの関係は図5に示すような関係になっており、通常の透視変換の逆の変換を透視変換部7で行うことにより図6に示すように、地上平面における白線の中心線CLの位置を鳥瞰図として求めることができる。

【0033】すなわち、透視変換部7は中心線抽出部6から白線の中心線CLの位置データを受け、このデータをカメラ位置Rから焦点距離f（図5参照）にある平面Tに投影するときの透視変換を実行する（ステップS5）。

【0034】ここで、透視変換部7とその逆変換の動作

$$\begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \tau & -\sin \tau \\ 0 & \sin \tau & \cos \tau \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z-H \end{bmatrix} \quad \cdots \text{式(1)}$$

【0037】ここで、地上面は $z=0$ であるから上記の式(1)は次のようになる。

$$\begin{bmatrix} x'' \\ y'' \\ z'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \cos \tau + H \sin \tau \\ y \cos \tau - H \cos \tau \end{bmatrix} \quad \cdots \text{式(2)}$$

【0038】次に、焦点距離fにあるスクリーン平面Tに投影する変換を行うと図8に示すようになる。

【0039】すなわち、座標系 (x'', y'', z'') から見た座標系 (x, y, z) の地上面 $(z=0)$ にある白線の中心線上の点 $(x, y, 0)$ は上記の式(2)において既に変換された座標 (x'', y'', z'') であり、これをスクリーン平面Tに投影することは、 f/y'' だけ

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (f/y'') x'' \\ (f/y'') z'' \end{bmatrix} \quad \cdots \text{式(3)}$$

【0042】この式(3)を式(2)に代入すれば最終的な透視変換は次式で示される。

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f \cdot x / (y \cos \tau + H \sin \tau) \\ f \cdot (y \sin \tau - H \cos \tau) / (y \cos \tau + H \sin \tau) \end{bmatrix} \quad \cdots \text{式(4)}$$

【0043】そして、この式(4)を用いて x と y について解いてやれば、次式に示すように、スクリーン平面T上の座標を地上面上の座標（白線の中心線の鳥瞰図座

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H \cdot \alpha / (-\beta \cos \tau + f \sin \tau) \\ H \cdot (\beta \sin \tau + f \cos \tau) / (-\beta \cos \tau + f \sin \tau) \end{bmatrix} \quad \cdots \text{式(5)}$$

【0045】この後、図2に戻り、ステップS5において、さらに線画像生成部8は透視変換されたデータをモニタ画面に表示する線画像情報に座標変換して鳥瞰図合成部9に送る。

【0046】上記のように地上面上の座標系 x, y での車線の座標 (x, y) が式(5)により求められたの

原理について以下に詳しく説明する。図7において、カメラ1は z 軸上の点R $(0, 0, H)$ に位置し、見下ろし角 τ で地上面 $(xy$ 座標面)における白線をモニタしているものとする。以下においてモニタ画面上に白線がどのように写るかを示す。

【0035】まず、座標系 (x, y, z) の原点Qをカメラ位置Rに平行移動した後、 x 軸を中心として角度 τ だけ回転させた座標系をカメラ視点の座標系 (x'', y'', z'') として定義する。

【0036】したがって、座標系 (x, y, z) の点 (x, y, z) を座標系 (x'', y'', z'') の点 (x'', y'', z'') に変換する式は次のようになる。

【数1】

【数2】

縮小させて、スクリーン平面T上の2次元座標系 (α, β) 平面に投影することに相当する。

【0040】したがって、座標系 (x'', y'', z'') から座標系 (α, β) への投影は次式で示される。

【0041】

【数3】

【数4】

標)に変換(逆の透視変換)できたことになる。

【0044】

【数5】

で、次に、図9のように線画を生成してドライバに表示するモニタ画面20の座標に変換する必要がある。

【0047】すなわち、まず座標 (x, y) に適当な係数 S_x, S_y を掛けて次のような変換を行う。

【数6】

$$\left. \begin{array}{l} x'' = Sx \cdot x \\ y'' = Sy \cdot y \end{array} \right\} \dots\dots\dots \text{式 (6)}$$

【0048】そして、この座標 (x'', y'') をドライバに表示するモニタ画面20上の座標 (x^*, y^*) に変換すればよい。

【0049】図9に示すモニタ画面20の座標 (x^*, y^*) に表示させるためには、原点を画面中央Sからモ

$$\left[\begin{array}{c} x^* \\ y^* \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} Sy \cdot y + x''_{size}/2 \\ Sx \cdot x + y''_{size}/2 \end{array} \right] \dots\dots\dots \text{式 (7)}$$

【0050】したがって、カメラ1で捉えたスクリーン平面T上の車線のデータ (α, β) は、式(5)を式(7)に代入することにより、次式に示すように、ドライバに表示する鳥瞰図モニタ画面20上の座標 (x^*, y^*) に変換することができる。

$$x^* = -Sy \cdot H (\beta \sin \tau + f \cos \tau) / (-\beta \cos \tau + f \sin \tau) + x''_{size}/2 \dots\dots\dots \text{式 (8)}$$

【数9】

$$y^* = -Sy \cdot H \cdot \alpha / (-\beta \cos \tau + f \sin \tau) + y''_{size}/2 \dots\dots\dots \text{式 (9)}$$

【0052】上記の式(8)、(9)を用いて車線(白線)投影画像データを鳥瞰図モニタ画面20に対応した線画像データに変換することができ、図10に示すような地面を真上から見たときの白線WLの中心線CLの鳥瞰図が生成されたことになる(ステップS6)。

【0053】図2に戻り、画像処理部10は、鳥瞰図合成部9において、上記のようにして生成された線画像情報をモニタ画面の所定位置に予め表示した自車両の画像に重ねて表示する(ステップS7)。

【0054】すなわち、カメラ1は自車両に固定されているので、カメラの位置が分かれば車両の位置も特定されることから、真上から見た2次元的な平面上での自車両の画像と白線の画像をモニタ画面上に合成することができる。これは、3次元的なコンピュータグラフィック画像を生成しなくて済むことを示している。

【0055】例えば、カメラ1を常に固定設置している自車両30をいつも図10に示すように特定の位置に表示し、後退するにつれて白線の中心線CLの位置が変化して行くように表示する。したがって、自車両30の真上から見たデータを映し出してもよいし、専用のモニタ画面であれば、そのモニタ画面のガラス面(表面)に直接描いてもよい。

【0056】一方、カメラ画像表示部2bはカメラ1からの出力画像に何も処理を加えない状態で入力しており、この画像も鳥瞰図表示部2aとは別に表示すれば、後方監視画像中に何があるのかをドライバの目で直接確認することができる。

【0057】

【発明の効果】上記のように本発明に係る車両後方視界

ニタの原点Oに移動させた後に、各座標軸 x'' 、 y'' に関して90°回転させる必要がある。座標 (x'', y'') を座標 (x^*, y^*) に変換する式は次式のようになる。

【数7】

$y^*)$ に変換することができる。

【0051】

【数8】

支援装置によれば、後方監視撮像部から得られた後方監視画像内の車線データを、該後方監視撮像部を視点として投影した地上面座標系のデータに変換して鳥瞰画像を生成し、該鳥瞰画像を座標変換して画像表示部の表示画面に対応する線画像データを生成し且つ該画像表示部の特定位置に自車両を表示した画像と合成するように構成したので、次のような効果が得られる。

【0058】①商業車のような大型の車両に対する表示方式(車両感覚のあるプロのドライバへの表示方式)として、基準線が分かれば後退する場合の十分な手助けになる。白線の上に何かが置いてあっても断片的な白線情報を得ることができ、この点でも十分な手助けになる。

②地上面の白線認識のみに限定し、複雑な物体認識を行わずアルゴリズム的にシステムを簡略化することができる。

【0059】③真上からの視点になるので、自車両の大きさと白線の間隔などの関係が把握し易い。

④従来技術のようにヘッドマウントディスプレイをわざわざ被る必要がなく、また3次元のコンピュータグラフィック画像を改めて生成する必要がない。

⑤商業車のように高いところからカメラで撮影するため、明瞭な鳥瞰図画像が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る車両後方視界支援装置の実施例を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る車両後方視界支援装置の動作を示したフローチャート図である。

【図3】本発明に係る車両後方視界支援装置において2値化処理した後の白線を抽出した例を示した図である。

【図4】本発明に係る車両後方視界支援装置において2値化処理した後の白線から細線化処理によりその中心線を抽出した例を示した図である。

【図5】本発明に係る車両後方視界支援装置においてモニタスクリーン平面と白線との関係を示した斜視図である。

【図6】本発明に係る車両後方視界支援装置において地上平面上の白線中心線の位置を示した鳥瞰図である。

【図7】本発明に係る車両後方視界支援装置に用いる透視変換部の動作原理を説明するための斜視図(1)である。

【図8】本発明に係る車両後方視界支援装置に用いる透視変換部の動作原理を説明するための斜視図(2)である。

【図9】本発明に係る車両後方視界支援装置に用いる線画像生成部における座標変換を示したグラフ図である。

【図10】本発明に係る車両後方視界支援装置においてモニタ画面に白線の中心線と自車両とが合成表示された鳥瞰図である。

【図11】後方視界支援装置を搭載した一般的な車両の

側面図である。

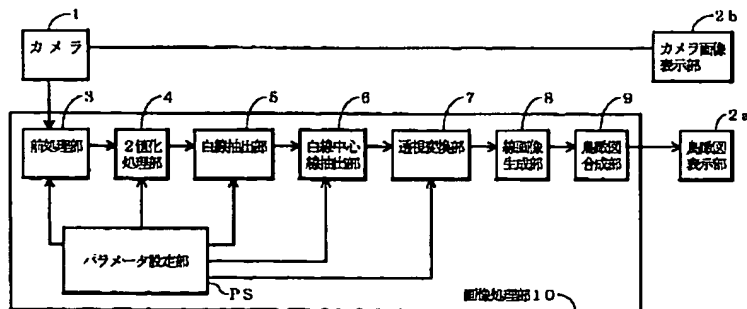
【図12】後方視界支援装置を搭載した車両を後退させる時の視界と後輪の軌跡例を示した平面図である。

【符号の説明】

- 1 後方監視撮像部(カメラ)
 - 2 a 鳥瞰図表示部
 - 2 b カメラ画像表示部
 - 3 前処理部
 - 4 2値化処理部
 - 5 白線抽出部
 - 6 白線中心線抽出部
 - 7 透視変換部
 - 8 線画像生成部
 - 9 鳥瞰図合成部
 - 10 画像処理部
 - 20 モニタ画面
 - WL 白線
 - CL 白線の中心線
- 図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

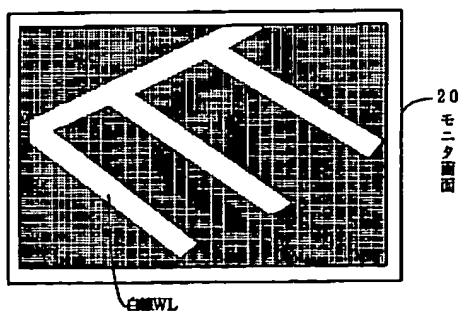
【図1】

本発明の実施例

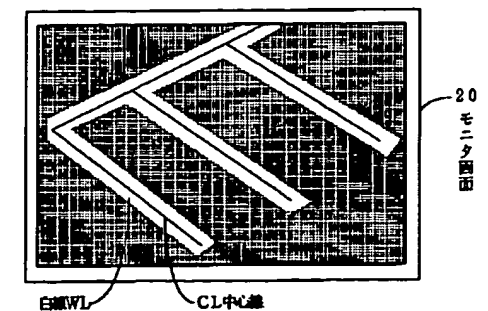


【図3】

【図4】



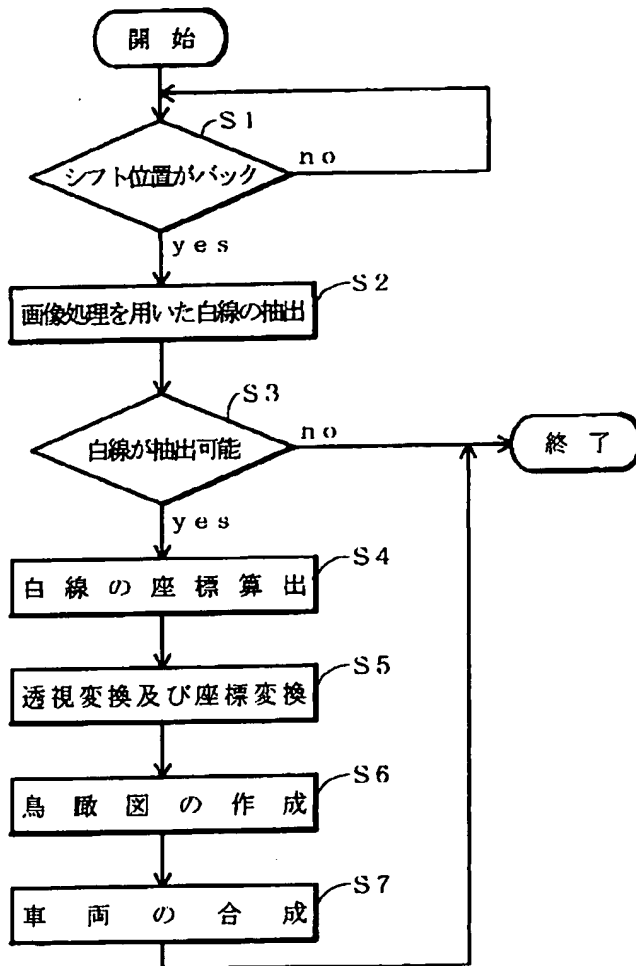
2値化処理後の白線の抽出例



細線化処理による白線の中心線の抽出例

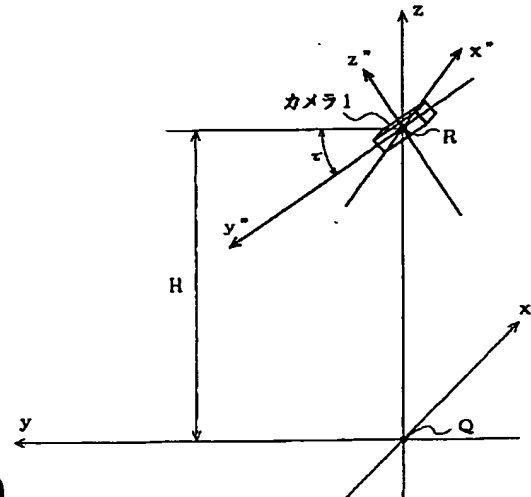
【図2】

実施例の動作フローチャート

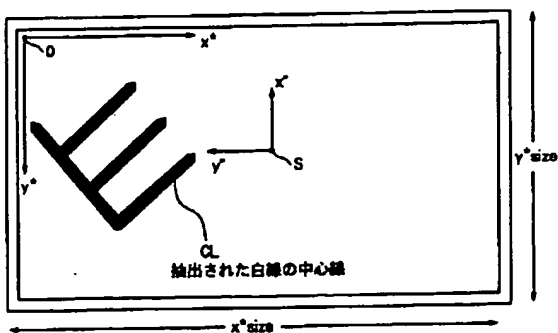


【図7】

カメラ視点の座標系

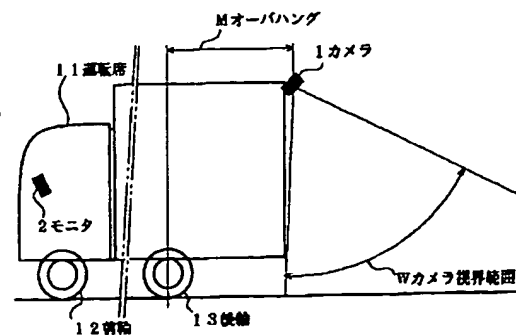


【図9】

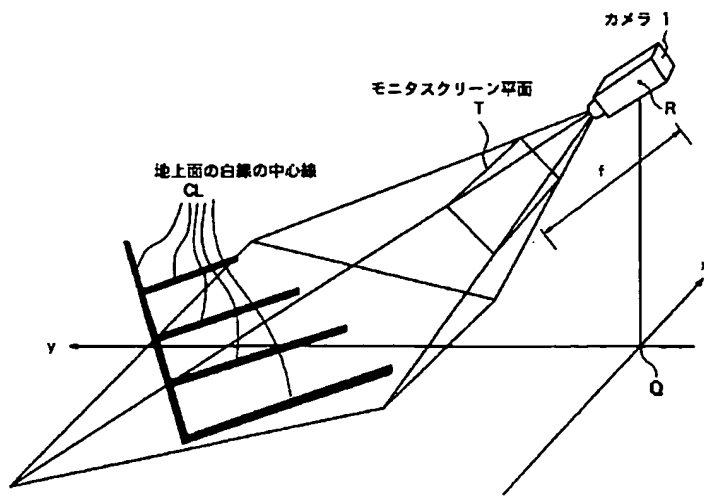


【図11】

後方視界支援装置を搭載した装置

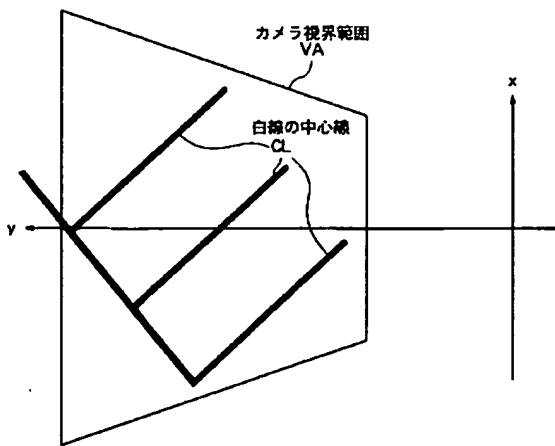


【図5】



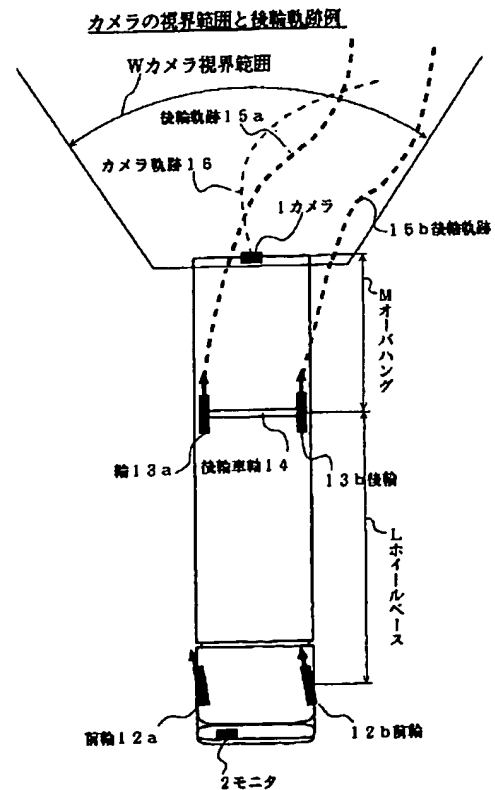
モニタスクリーン平面と白線の関係図

【図6】

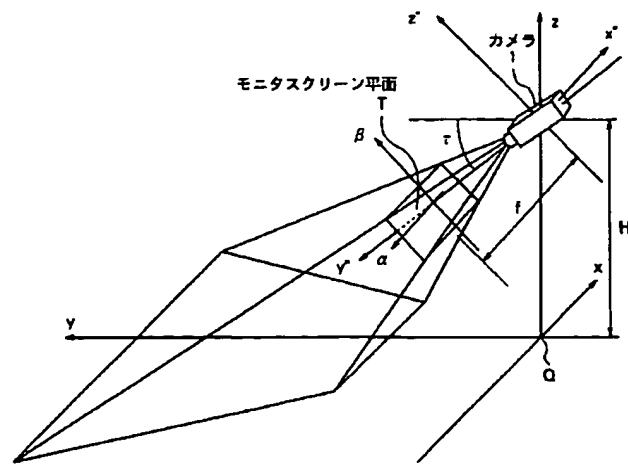


地上平面上の白線中心線の位置を示す鳥瞰図

【図12】

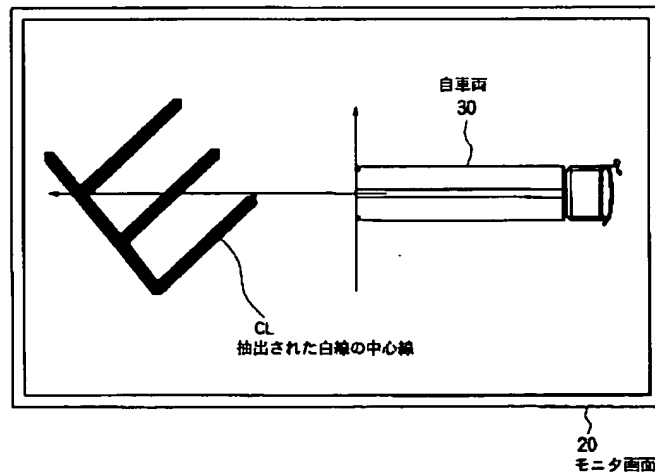


【図8】



スクリーン平面上への変換例

【図10】



モニタ画面に表示する白線図例

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.